

СТЕНД ДЛЯ ОБКАТКИ И ИСПЫТАНИЙ ДВИГАТЕЛЕЙ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Байков Дмитрий Владимирович, аспирант кафедры «Электроника и наноэлектроника», ФГБОУ ВПО Мордовский ГУ им. Н. П. Огарёва.

430005, г. Саранск, ул. Большевикская, 68.

E-mail: bdv2304@mail.ru

Иншаков Александр Павлович, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой «Мобильные энергетические средства», ФГБОУ ВПО Мордовский ГУ им. Н. П. Огарёва.

430005, г. Саранск, ул. Большевикская, 68.

E-mail: kafedra_mes@mail.ru

Десяев Сергей Сергеевич, аспирант кафедры «Мобильные энергетические средства», ФГБОУ ВПО Мордовский ГУ им. Н. П. Огарёва.

430005, г. Саранск, ул. Большевикская, 68.

E-mail: serga_des@mail.ru

Ключевые слова: стенд, двигатель, обкатка, испытания, малая, мощность.

Цель исследования – повышение качества производства и ремонта двигателей внутреннего сгорания мобильной сельскохозяйственной техники малой мощности. Для достижения поставленной цели было предложено проводить обкатку и испытания двигателей средств малой механизации на специализированных экономичных обкаточно-тормозных стендах. Предложена конструкция такого стенда, состоящая из двигателя внутреннего сгорания, соединенного через карданный вал с асинхронной электрической машиной с фазным ротором, подключенной к трехфазной электрической сети и матричному преобразователю частоты, включенному в трехфазную электрическую сеть и состоящего из девяти двунаправленных транзисторных ключей, на которые поступают сигналы пространственно-векторного управления с системы автоматического управления, связанной с контрольно-измерительной аппаратурой на базе персонального компьютера, на которую также поступают сигналы с датчиков, установленных на двигателе внутреннего сгорания. Данная конструкция стенда для обкатки и испытаний двигателей внутреннего сгорания мобильной сельскохозяйственной техники малой мощности является технически простой в изготовлении и экономически выгодной для применения. Кроме того, конструктивная особенность предлагаемого технического решения характеризуется высокими показателями энергетической эффективности и надежности, малыми массогабаритными параметрами и широким диапазоном регулирования скорости вращения асинхронной электрической машины с фазным ротором.

Техническая модернизация сельского хозяйства постоянно диктует новые требования по повышению качества производства техники и ее технического сервиса.

В начале 2000-х годов на рынке сельскохозяйственной техники было представлено свыше 100 наименований средств малой механизации [1]. Примерное количество эксплуатируемых на них двигателей составляло 5,5 млн. шт. Из них двухтактных – около 37%, остальные – четырехтактные. На ремонтные заводы и заводы производители, представляющие сервисные услуги, ежегодно поступало около 400-500 тыс. шт. неисправных мотокультиваторов и других средств малой механизации, причем большинство с дефектами двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Это с учетом того, что многие из таких средств просто не доходили до специализированных сервисных центров и ремонтировались самостоятельно их владельцами.

В настоящее время сильно возросла доля средств малой механизации с дефектами ДВС. Это связано с огромной популярностью средств малой механизации среди всех слоев населения и практически полным отсутствием экономичных способов, средств обкатки и испытаний как новых, так и отремонтированных двигателей малой мощности.

Популярность средств малой механизации можно объяснить низкой стоимостью, как самих средств, так и запасных частей для них. Однако стоимость ремонтов за период эксплуатации превышает по самым скромным подсчетам стоимость двигателя в 5-6 раз. Кроме того, после ремонта заметно снижается производительность и ресурс двигателя [1]. На основании вышесказанного можно сделать вывод о необходимости повышения качества производства и ремонта ДВС мобильной сельскохозяйственной техники малой мощности. Одним из способов повышения качества производства и ремонта ДВС малой мощности является проведение качественной заводской и послеремонтной обкатки. Так, например, качественная послеремонтная обкатка способна увеличить ресурс обкатываемых агрегатов более чем на 70% [2].

Следует отметить, что применительно к ДВС мощностью свыше 20 кВт разработаны и широко применяются в научно-исследовательских центрах и лабораториях, автосервисах и крупных дилерских станциях испытательные обкаточно-тормозные стенды различных конструкций [2, 3, 4, 5]. Однако адаптация их для

обкатки и испытаний ДВС мобильной сельскохозяйственной техники малой мощности является технически сложной и экономически невыгодной ввиду высокой стоимости таких стендов (от 50 тысяч до 1,0 млн. евро). Поэтому разработка испытательных обкаточно-тормозных стендов ДВС для мобильной сельскохозяйственной техники малой мощности является актуальной задачей.

Цель исследований – повышение качества производства и ремонта ДВС для мобильной сельскохозяйственной техники малой мощности.

Задача исследований – разработка конструкции малогабаритного, технически простого и экономически выгодного стенда для обкатки и испытаний ДВС мобильной сельскохозяйственной техники малой мощности.

Материалы и методы исследований. Для решения данной задачи на кафедре «Мобильных энергетических средств» ФГБОУ ВПО «МГУ им. Н.П. Огарёва» проводятся исследования по разработке конструктивных схем обкаточно-тормозных стендов для ДВС малой мощности [6].

Результаты исследований. Структурная схема одного из разработанных стендов для обкатки и испытаний ДВС мобильной сельскохозяйственной техники малой мощности [6] представлена на рисунке 1.

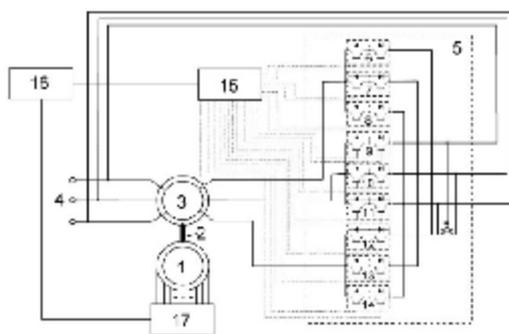


Рис. 1. Структурная схема стенда для обкатки и испытаний ДВС мобильной сельскохозяйственной техники малой мощности:

- 1 – ДВС; 2 – карданный вал; 3 – асинхронная электрическая машина с фазным ротором; 4 – трехфазная электрическая сеть;
- 5 – матричный преобразователь частоты; 6-14 – двунаправленные транзисторные ключи; 15 – система автоматического управления; 16 – контрольно-измерительная аппаратура на базе персонального компьютера; 17 – датчики

Работа стенда на примере холодной и горячей обкатки четырехтактного ДВС мобильной сельскохозяйственной техники малой мощности происходит следующим образом.

Включением в трехфазную электрическую сеть контрольно-измерительной аппаратуры на базе персонального компьютера системе автоматического управления отдается сигнал запуска, где согласно теории пространственно-векторной модуляции и разработанной программе пространственно-векторного управления матричным преобразователем частоты [7], реализованной на базе сигнального микропроцессора TMS320C6713, формируется шина управляющих импульсов для девяти двунаправленных транзисторных ключей матричного преобразователя частоты [8, 9, 10]. Это приводит к формированию необходимой для заданной частоты вращения асинхронной электрической машины с фазным ротором формы входного тока и выходного напряжения матричного преобразователя частоты. Происходит процесс регулирования частоты вращения асинхронной электрической машины с фазным ротором.

При работе асинхронной электрической машины с фазным ротором вращающийся момент ротора создает реактивный момент на ее статоре, который стремится поворачивать корпус электрической машины в противоположном направлении. Так как реактивный момент на статоре равен вращающемуся моменту ротора, то по реактивному моменту определяется тормозной момент или момент трения при холодной обкатке ДВС, которые измеряются датчиками и поступают в контрольно-измерительную аппаратуру на базе персонального компьютера.

Асинхронная электрическая машина с фазным ротором работает на стенде в двух режимах: двигательном и генераторном. Двигательный режим работы электрической машины используется при холодной обкатке ДВС, а генераторный – при горячей обкатке ДВС под нагрузкой (в этом случае асинхронная электрическая машина с фазным ротором используется как электрический тормоз). В генераторном режиме асинхронная электрическая машина с фазным ротором начинает работать автоматически, как только ее ротору сообщается обкатываемым ДВС частота вращения выше синхронной (свыше 1500 об/мин). При этом значительная часть механической энергии ДВС преобразуется в электрическую и возвращается обратно в трехфазную электрическую сеть.

Заключение. Предложенная конструкция стенда для обкатки и испытаний ДВС мобильной сельскохозяйственной техники малой мощности является технически простой в изготовлении и экономически выгод-

ной для применения. Использование такого стенда для обкатки и испытаний приведет к повышению качества производства и ремонта ДВС для мобильной сельскохозяйственной техники малой мощности. Кроме того, конструктивная особенность предлагаемого технического решения характеризуется высокими показателями энергетической эффективности и надежности, малыми массогабаритными параметрами и широким диапазоном регулирования скорости вращения асинхронной электрической машины с фазным ротором.

Библиографический список

1. Карпенков, А. В. Повышение качества обкатки двухтактных двигателей внутреннего сгорания при помощи металло-содержащих присадок к маслу : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.03 / Карпенков Артем Владимирович. – М., 2000. – 24 с.
2. Иншаков, А. П. Особенности построения схем электромеханических энергосберегающих стендов для обкатки и испытания автотракторных дизелей / А. П. Иншаков, Д. В. Байков, А. Н. Кувшинов, И. И. Курбаков // Известия Самарской ГСХА. – 2015. – №3. – С. 81-85.
3. Иншаков, А. П. К вопросу модернизации и разработки стендов для обкатки и испытаний автотракторных двигателей / А. П. Иншаков, Д. В. Байков, А. Н. Кувшинов, И. И. Курбаков // Техника и оборудование для села. – 2015. – №6. – С. 45-48.
4. Иншаков, А. П. Повышение надежности нагружающего устройства типа «машина постоянного тока – тиристорный преобразователь» при проведении обкатки и испытаний мощных автотракторных двигателей / А. П. Иншаков, Д. В. Байков, А. Н. Кувшинов, И. И. Курбаков // Известия Самарской ГСХА. – 2015. – №3. – С. 66-69.
5. Байков, Д. В. Перспективы применения преобразователей частоты матричного типа в составе стенда для обкатки и испытаний автотракторных двигателей / Д. В. Байков, А. П. Иншаков // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования : мат. Международной науч.-практ. конф. – Воронеж : ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова». – 2015. – Т. 2, вып. 1. – С. 76-78.
6. Пат. 159065 Российская Федерация, МПКG01M15/00, F02B79/00. Стенд для обкатки и испытаний автотракторного двигателя внутреннего сгорания / Байков Д. В., Иншаков А. П., Курбаков И. И. [и др.]. – №2015121507/06 ; заявл. 04.06.2015 ; опубл. 27.01.2016, Бюл. №3. – 7 с.
7. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2015616553. Программа пространственно-векторного управления преобразователем частоты матричного типа в составе стенда обкатки автотракторного двигателя внутреннего сгорания / Д. В. Байков, А. П. Иншаков, И. И. Курбаков [и др.]. – № 2015613344 ; заявл. 23.04.2015 ; зарег. 15.06.2015.
8. Мещеряков, В. Н. Математический анализ и моделирования преобразователя частоты матричного типа с непосредственным управлением по методу пространственно-векторной модуляции / В. Н. Мещеряков, Д. В. Байков // Вестник Южно-Уральского государственного университета. – 2015. – Т. 15, №1. – С. 21-33. – (Серия «Энергетика»).
9. Мещеряков, В. Н. Исследование преобразователя частоты матричного типа при работе на асинхронный двигатель / В. Н. Мещеряков, Д. В. Байков // Электротехнические системы и комплексы. – 2015. – №3 (28). – С. 4-8.
10. Байков, Д. В. Матричный преобразователь частоты – перспективное решение в сфере экономии энергии и развития электропривода / Д. В. Байков, А. В. Карасев // Тр. VIII Международной (XIX Всероссийской) конф. по автоматизированному электроприводу АЭП-2014. – Саранск : Изд-во Мордовского ун-та, 2014. – С. 492-494.